Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science

Région des Maritimes, du Golfe, de Terre-Neuve-et-Labrador et du Québec

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Avis scientifique 2012/036

SE SERVIR DES DONNÉES DE REPÉRAGE PAR SATELLITE POUR DÉLIMITER L'HABITAT IMPORTANT DE LA TORTUE LUTH DANS LES EAUX CANADIENNES DE L'ATLANTIQUE

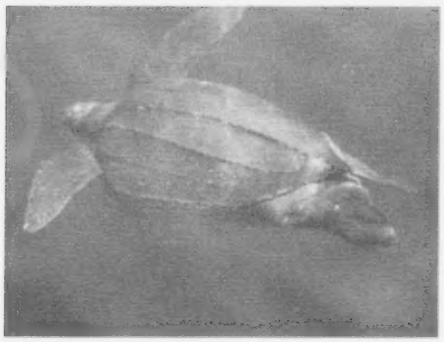

Photo : Canadian Sea Turtle Network. Reproduction interdite.

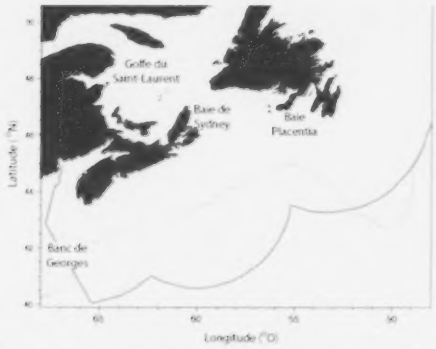

Figure 1. Zones mentionnées dans le corps du texte. Le trait gris épais délimite la zone économique exclusive (ZEE) canadienne et le trait gris pâle indique l'isobathe de 1 000 m. On trouvera plus de détails dans le texte.

Contexte

La tortue luth (Dermochelys coriacea) a été désignée « espèce en voie de disparition » par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) en avril 1981, puis réévaluée et désignée comme telle en mai 2001 (COSEPAC 2001). Le Programme de rétablissement de la tortue luth dans les eaux canadiennes de l'Atlantique a été publié en février 2007 (Équipe de rétablissement de la tortue luth de l'Atlantique 2006). L'habitat essentiel n'a pas été désigné à ce moment-là, mais le calendrier des études qui seront entreprises pour délimiter l'habitat essentiel a été fourni. La Loi sur les espèces en péril (LEP) exige que le ministre compétent prépare un rapport sur la mise en œuvre du programme de rétablissement et sur les progrès réalisés pour atteindre les objectifs du rapport dans les cinq ans suivant son dépôt au registre public. La date d'échéance a été fixée à février 2012. Un plan d'action pour la tortue luth dans les eaux canadiennes de l'Atlantique est également en cours d'élaboration et comprendra une description de l'habitat essentiel, car un tel plan n'était pas inclus dans le programme de rétablissement. L'information pouvant être utilisée pour délimiter l'habitat important de la tortue luth dans les eaux canadiennes de l'Atlantique a été évaluée par le Comité national d'examen par les pairs sur les mammifères marins (MPO 2011) en octobre 2010. Des renseignements supplémentaires ont été demandés et sont inclus dans le présent document.

Les renseignements générés dans le cadre du processus d'évaluation zonale seront utiles à la Division de la gestion des espèces en péril – Région des Maritimes pour l'examen quinquennal du programme de rétablissement de la tortue luth, l'élaboration du plan d'action et une proposition de l'habitat essentiel devant être désigné par le ministre de Pêches et Océans Canada.

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 29 février et du 1er mars 2012 sur l'Évaluation de la tortue luth – Partie 1 : Se servir des données de repérage par satellite pour délimiter l'habitat important de la tortue luth. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée lorsqu'elle sera disponible sur le calendrier des avis scientifiques du secteur des Sciences du MPO à l'adresse suivante : http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/index-fra.htm.

SOMMAIRE

- La tortue luth est la tortue de mer la plus répandue et la plus grosse. Chaque année, elle entreprend une migration vers les eaux canadiennes de l'Atlantique à la recherche de nourriture.
- Les données de télémesure satellitaire recueillies sur 70 tortues luth suivies de près dans les eaux canadiennes de l'Atlantique ont servi à délimiter l'habitat important de l'espèce.
- Les données de télémesure satellitaire servent d'indicateur pour l'échantillonnage de l'habitat important, en vertu de l'hypothèse explicite que la probabilité relative que la tortue luth affiche un comportement de résidence soit directement liée à la qualité de l'aire d'alimentation. Dans le contexte actuel, la résidence fait référence aux tortues qui sont probablement à la recherche de nourriture dans des zones d'accès restreint alors qu'elles se trouvent dans les eaux canadiennes de l'Atlantique et pas aux tortues qui sont présentes toute l'année.
- Un modèle de type état-espace a été utilisé pour estimer les endroits les plus probables où se trouve chaque tortue à intervalles réguliers et pour déduire le comportement des tortues (tortue résidente ou tortue de passage) à chaque endroit estimé.
- La probabilité relative de résidence (c.-à-d. tortue dans un état comportemental de résidence) associée à chaque endroit où une tortue a été observée a été cartographiée afin de visualiser la répartition spatiale de la probabilité relative de résidence de toutes les tortues luth ayant fait l'objet d'un suivi dans les eaux canadiennes de l'Atlantique. Une probabilité relative de 0,4 ou plus a été choisie pour illustrer la forte probabilité que des tortues luth soient présentes et soient à la recherche active de proies ou de nourriture.
- Trois zones principales d'habitat important ont été définies : 1) BG – les eaux à l'est et au sud-est du banc de Georges, y compris le chenal Nord-Est à proximité de la limite sud-ouest de la zone économique exclusive (ZEE) canadienne; 2) GSL – le sud-est du golfe du Saint-Laurent et les eaux à l'est de l'île du Cap-Breton, y compris la baie de Sydney, le détroit de Cabot, des secteurs des hauts-fonds des îles de la Madeleine et des secteurs adjacents au chenal Laurentien; 3) BP – les eaux au sud et à l'est de la péninsule Burin, à Terre-Neuve-et-Labrador, y compris certains secteurs de la baie Placentia.
- Il est probable que ces zones soient importantes pour la tortue luth, car elles constituent des aires d'alimentation.
- Les déplacements des tortues marquées pour le repérage par satellite étaient répartis sur une très grande étendue dans les eaux canadiennes de l'Atlantique. En effet, les tortues ont visité l'habitat d'une vaste zone (la majeure partie de la zone économique exclusive du Canada atlantique). C'est en été et à l'automne que les tortues font une utilisation maximale des zones d'habitat important.
- On s'attend à ce que l'évaluation des zones d'habitat important soit mise à jour lorsque de nouvelles données (p. ex. répartition des proies, concentration des proies, comportement des tortues) seront disponibles.

RENSEIGNEMENTS DE BASE

Biologie de la tortue luth

La tortue luth (*Dermochelys coriacea*) est la tortue de mer la plus répandue et la plus grosse. Dans les eaux canadiennes de l'Atlantique, la carapace de la tortue luth, lorsqu'elle est mesurée suivant la courbure, peut atteindre 175 cm de longueur et avoir un poids de 640 kg (James et al. 2007). Les données de recapture des individus marqués confirment que les tortues luth dans les eaux canadiennes de l'Atlantique sont originaires de plages de ponte de la grande région

des Caraïbes, de l'Amérique du Sud et de l'Amérique centrale, ainsi que de la Floride, aux États-Unis (James et al. 2007). L'espèce se nourrit principalement d'organismes gélatineux à corps mou comme la méduse, les salpes et les siphonophores, qui, selon la saison, sont des proies abondantes dans les eaux tempérées du talus continental et du plateau de l'est du Canada. Certaines tortues luth de l'Atlantique Ouest entreprennent des migrations annuelles vers les eaux canadiennes de l'Atlantique (figures 1 et 2) pour se nourrir de scyphoméduses, y compris de cyanées, *Cyanea capillata*, et d'aurélies blanches, *Aurelia aurita* (Heaslip et al. 2012).

Les tortues migrent vers les eaux canadiennes de l'Atlantique pour accumuler les importantes réserves de graisse dont elles ont besoin pour effectuer la migration vers le sud et, par la suite, se reproduire. Dans les eaux de plateau canadiennes de l'Atlantique, les tortues luth peuvent consommer en moyenne 330 kg de masse humide de méduses chaque jour (et jusqu'à 840 kg/jour), ce qui correspond à 3 à 7 fois leurs besoins métaboliques quotidiens (Heaslip et al. 2012). Cela témoigne de l'importance de l'habitat des eaux canadiennes de l'Atlantique pour la tortue luth.

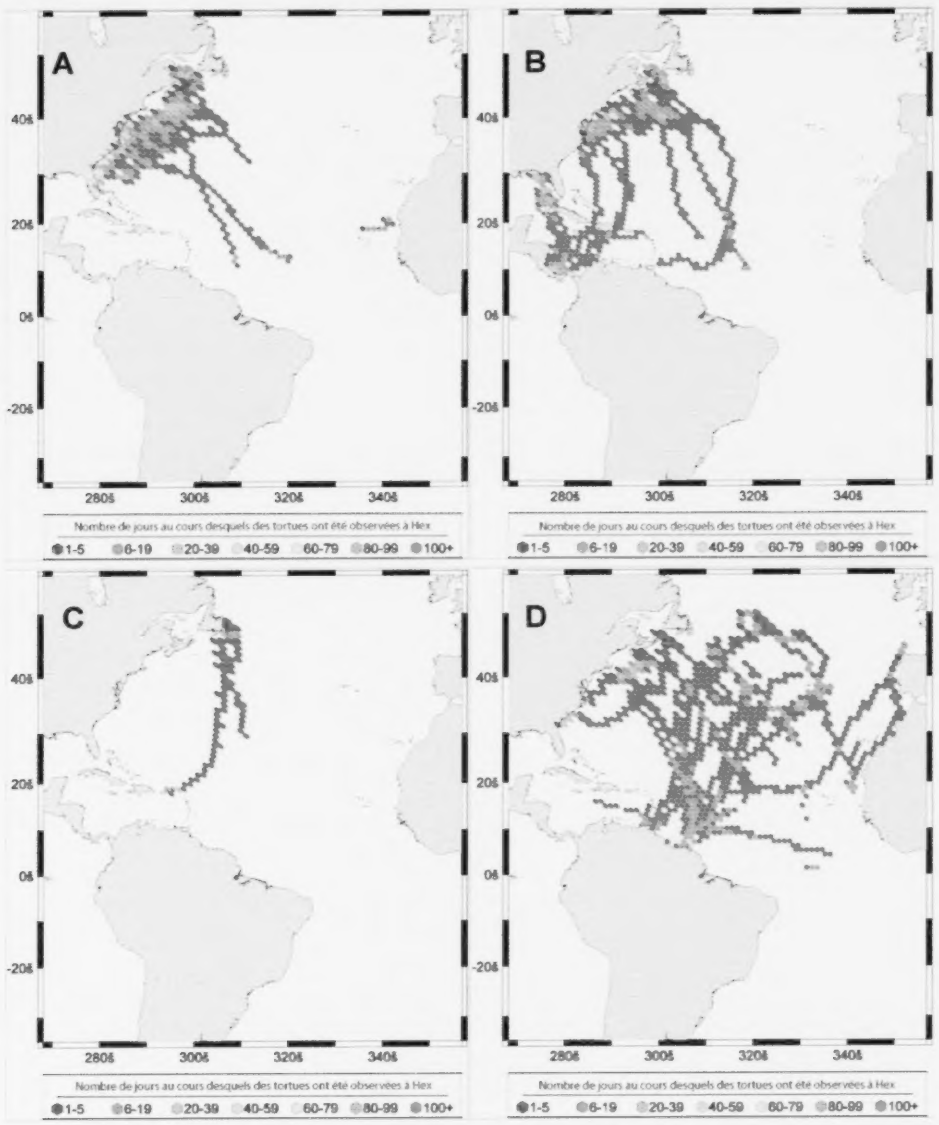

Figure 2. Déplacements de tortues luth abandonnant les plages de ponte obtenus par télémesure satellitaire. (A) Population de la Floride (n = 13 individus, 2 687 jours), (B) Population des Caraïbes occidentales (n = 13 individus, 1 287 jours), (C) Population des Caraïbes du Nord (n = 3 individus, 212 jours) et (D) Population des Caraïbes du Sud/de la Guyane (n = 65 individus, 3 544 jours). Il est à noter qu'environ 25 % des individus interceptés dans les aires d'alimentation pouvaient être identifiés à une population grâce à la présence de marques ou parce qu'ils avaient été suivis jusqu'aux plages. Lorsqu'ils étaient connus, ces individus étaient aussi associés au rassemblement de ponte approprié : 5 (793 jours) pour la population des Caraïbes occidentales et 6 (729 jours) pour la population des Caraïbes du Sud/de la Guyane. (Reproduit avec la permission du Turtle Expert Working Group, 2007, figure 15.)

Lorsqu'elles sont en quête de nourriture dans les eaux du plateau continental au large de la côte Atlantique du Canada, les tortues luth passent environ les deux tiers de leur temps dans les 6 m supérieurs de la colonne d'eau, plongeant à des profondeurs maximales dépassant rarement les 50 m, et environ 50 % des heures de la journée et de la soirée (9 h – 21 h) à la

surface (James et al. 2006). Si les tortues passent tant de temps à la surface, c'est parce qu'elles ont du succès dans leurs activités de quête de nourriture et qu'elles passent du temps à manipuler leurs proies (Heaslip et al. 2012). Le comportement de plongée au large du plateau est caractérisé par des plongeons à des profondeurs maximales plus grandes et d'une durée plus longue, ce qui reflète probablement des changements dans les tactiques d'alimentation chez les tortues qui continuent d'être des résidents saisonniers (James et al. 2005b) et des changements de comportement à plus grande échelle accompagnant le début de la migration vers le sud (James et al. 2006).

Suivi des tortues luth avec des émetteurs satellites

La télémesure satellitaire offre de nombreux avantages pour l'étude de la tortue luth, car elle permet le suivi des tortues à distance sur de vastes échelles spatiales et temporelles, ainsi que la collecte de données sur l'emplacement, l'environnement et les plongeons de la tortue. Les variétés remorquées d'émetteurs satellites qui sont souvent utilisées pour étudier les déplacements des poissons pélagiques (émetteurs satellites d'archivage détachables) effectuent une géolocalisation à l'aide de données de faible niveau, ce qui donne des estimations de la position dont le pourcentage d'incertitudes ou d'erreurs est plus élevé, souvent de l'ordre de plusieurs degrés de latitude ou de longitude (p. ex. plusieurs centaines de kilomètres). En revanche, étant donné que les tortues sont des mammifères (qui respirent de l'air), les émetteurs satellites conventionnels, qui émettent des signaux directement à un système de satellites en orbite polaire (ARGOS), peuvent être employés pour étudier les déplacements. Le système ARGOS utilise l'effet Doppler des radiotransmissions provenant des émetteurs pour estimer l'emplacement avec un niveau d'exactitude relativement élevé et permet aussi le suivi en temps quasi réel. L'exactitude de l'emplacement, qui a été évaluée chez les tortues de mer en captivité, où la position peut être vérifiée par un système de positionnement global (GPS), et chez les tortues en liberté munies d'émetteurs satellites liés à un GPS, est particulièrement grande à de hautes latitudes, en raison de l'augmentation de la couverture satellite avec le système ARGOS (davantage de balayages chaque jour) et du comportement de l'animal (temps à la surface prolongé).

Depuis 1999, des chercheurs affiliés à l'Université Dalhousie mènent, en collaboration avec le Canadian Sea Turtle Network (à Halifax, en Nouvelle-Écosse) et les pêcheurs commerciaux de la Nouvelle-Écosse, des recherches en mer sur la tortue luth dans les eaux canadiennes de l'Atlantique. Un des éléments clés de ces travaux est l'étude des déplacements à l'échelle locale et sur de grandes distances au moyen de la télémesure satellitaire.

Dans le cadre de cette analyse, les données de télémesure satellitaire servent d'indicateur pour l'échantillonnage de l'habitat important en vertu de l'hypothèse explicite que la probabilité relative que la tortue luth affiche un comportement de résidence soit directement liée à la qualité de l'aire d'alimentation. Il est important de reconnaître que bien que le comportement de résidence fournisse des renseignements pour la désignation potentielle de l'habitat essentiel en vertu de la LEP, c'est la protection des éléments fonctionnels de l'habitat essentiel qu'il faut assurer (p. ex. espèces de proies gélatineuses).

Raison d'être de l'évaluation

L'objectif du processus d'évaluation scientifique zonale était d'examiner les renseignements disponibles pour favoriser la désignation de l'habitat important de la tortue luth du Canada atlantique. Étant donné que l'on en connaît peu sur les caractéristiques biologiques, chimiques et physiques liées aux aires d'alimentation importantes de la tortue luth, ce processus

consultatif examinera les données sur la répartition spatiale et le comportement déduites des données de repérage par satellite afin de cerner les zones fréquentées invariablement par la tortue luth (c.-à-d. que les schémas de données sur le comportement de la tortue servent à déduire l'emplacement des habitats importants). Plus précisément, les objectifs sont les suivants :

- examiner la méthodologie liée à l'utilisation des données de repérage par satellite pour délimiter l'habitat important (examinée précédemment à la réunion du Comité national d'examen par les pairs sur les mammifères marins de 2010) (MPO 2011);
- examiner les zones très fréquentées, vraisemblablement associées à la recherche active de proies et de nourriture, qui pourraient être considérées comme des aires d'alimentation importantes;
- délimiter les habitats importants selon le mois ou la saison et inclure cette information dans la définition des habitats importants;
- examiner le tableau indiquant le lieu des marquages, la durée des suivis et à quels endroits les tortues de différentes origines ont fait l'objet d'un suivi;
- préciser à quel endroit et à quel moment des données de télémesure sur la tortue luth étaient disponibles dans l'espace et fournir les détails, le cas échéant, des caractéristiques de l'habitat des zones très fréquentées par la tortue (p. ex. la température de la surface de la mer, la densité des méduses).

ANALYSE

Se servir des données de repérage par satellite pour délimiter l'habitat important

Les données de télémesure satellitaire recueillies sur 70 tortues luth qui ont fait l'objet d'un suivi dans les eaux canadiennes de l'Atlantique ont servi à délimiter l'habitat important de l'espèce. Il s'agit du plus vaste ensemble de données de télémesure sur la tortue luth de l'Atlantique. Soixante-cinq (65) émetteurs ont été fixés sur des tortues luth des eaux canadiennes de l'Atlantique pendant une période de 11 ans (de 1999 à 2009). La capture en mer des tortues luth permet un échantillonnage plus représentatif de la population que le marquage traditionnel des femelles adultes sur les plages de ponte. Les échantillons examinés dans le cadre de cette analyse englobaient des individus des deux sexes et de toutes les catégories de taille qui fréquentent les eaux canadiennes de l'Atlantique (36 femelles matures, 18 mâles matures et 11 jeunes adultes). Afin d'augmenter la taille de l'échantillon pour les besoins de la présente analyse, on a demandé aux chercheurs qui marquaient des femelles pondeuses de nous fournir les données de repérage correspondant à la zone économique exclusive (ZEE) du Canada atlantique. Les données de repérage correspondant à la migration de 5 tortues après la ponte sont également incluses.

Les premiers émetteurs satellites en Nouvelle-Écosse, y compris ceux des tortues revenant dans les eaux canadiennes de l'Atlantique après avoir passé du temps à des basses latitudes pendant les mois d'hiver, ont révélé un schéma général de déplacements du sud-ouest vers le nord-est dans les eaux de plateau (James et al. 2005a; idem 2007). Afin de réduire les biais potentiels associés au marquage des tortues à un seul endroit et seulement durant une période de l'année, les tortues ont été marquées à deux sites sur le terrain : à Halifax (à approximativement 44° de latitude nord et 64° de longitude ouest, en s'efforçant de procéder au marquage le plus tôt possible dans la saison, c.-à-d. en juillet) et dans les eaux au large de la côte nord-est de l'île du Cap-Breton (à approximativement 47° de latitude nord et 60° de longitude ouest, de la mi-août jusqu'au début septembre).

Les activités de suivi qui enregistrent les déplacements de retour vers les aires d'alimentation à de hautes latitudes au cours de l'année suivant le marquage sont particulièrement utiles, car il est peu probable que le marquage ait des effets résiduels et les tortues peuvent faire l'objet d'un suivi dès leur entrée dans les eaux canadiennes de l'Atlantique cette saison-là (plutôt que d'effectuer le marquage à un moment indéterminé après l'entrée des tortues dans les eaux canadiennes de l'Atlantique). Sept suivis de retour dans les eaux tempérées de plateau et du talus de la zone économique exclusive (ZEE) du Canada atlantique sont inclus dans les analyses.

Une fois que les satellites en orbite polaire reçoivent les données transmises par les émetteurs satellites, les centres de traitement du système ARGOS calculent une position pour chaque émetteur et classe chaque position calculée dans une catégorie de qualité de l'emplacement. Des 51 172 positions calculées par les centres de traitement du système ARGOS pour les 70 émetteurs satellites examinés ici, environ 40 % semblent être à moins de 1 500 m de la position réelle de l'émetteur, ce qui représente une très grande exactitude dans un tel contexte. Cependant, étant donné que les données de repérage par satellite contiennent des erreurs relativement à l'endroit où les individus marqués sont observés, particulièrement les données dont les estimations de l'exactitude sont supérieures à 1 500 m de la position réelle de l'émetteur, les données doivent être filtrées ou corrigées pour pouvoir être utilisées à des résolutions spatiales relativement faibles (p. ex. 0,25 degré). Pour ce qui est de la présente analyse, un modèle de type état-espace (Jonsen et al. 2005) a servi à estimer l'emplacement le plus probable de chaque tortue à des intervalles réguliers de 6 heures. Cette méthode permet de tenir compte des erreurs dans les emplacements observés à intervalles réguliers et fournit, à intervalles réguliers, une série d'emplacements estimés qui peuvent être comparés d'un ensemble de données de repérage à l'autre.

Le modèle de type état-espace a aussi servi à déduire le comportement des tortues à chaque emplacement estimé. Le modèle classe les déplacements des tortues (la direction et la distance entre deux emplacements consécutifs) dans deux catégories : 1) les déplacements des tortues résidentes, qui sont des déplacements lents et tortueux, qui indiquent souvent des activités actives de recherche de nourriture et 2) les déplacements des tortues de passage, qui sont des déplacements rapides et dirigés, qui indiquent que les tortues sont en transit entre des sites d'alimentation ou de migration. Dans le contexte actuel, la résidence fait référence aux tortues qui sont probablement à la recherche de nourriture dans des zones d'accès restreint alors qu'elles se trouvent dans les eaux canadiennes de l'Atlantique et pas aux tortues qui sont présentes toute l'année.

La probabilité relative de résidence (c.-à-d. tortue qui est dans un état comportemental de résidence) associée à chaque emplacement où une tortue a été observée a été cartographiée en indiquant, pour toutes les tortues ayant fait l'objet d'un suivi, les 6 emplacements estimés chaque heure dans des cellules de 0,25 x 0,25 degré. Pour chaque tortue, la probabilité moyenne a été obtenue à partir de tous les emplacements dans chaque cellule. Ces probabilités moyennes ont ensuite été additionnées, dans chaque cellule, pour toutes les tortues, puis divisées par la valeur maximale des cellules de tout le quadrillage pour que toutes les cellules aient une valeur entre 0 et 1. Ces probabilités relatives propres à chaque cellule ont ensuite été cartographiées afin de visualiser la répartition spatiale de la probabilité relative de résidence de toutes les tortues luth qui ont fait l'objet d'un suivi dans les eaux canadiennes de l'Atlantique. Une probabilité relative de 0,4 ou plus a été choisie pour illustrer la forte probabilité que des tortues luth soient présentes et soient à la recherche active de proies ou de nourriture.

Cette méthode accorde la même importance à tous les suivis de tortue, indépendamment de la durée du suivi. Les probabilités de résidence ont aussi été pondérées selon la durée relative du suivi avant d'additionner les probabilités moyennes de toutes les tortues, ce qui a donné des résultats similaires aux résultats obtenus avec les probabilités non pondérées. Afin de réduire l'influence du premier emplacement de marquage, les sept premiers jours de données ont été retirés de l'ensemble des données avant de calculer la probabilité relative de chaque cellule Cet exercice n'a pas eu d'effets importants sur le schéma de résidence. Des cartes de résidence ont été tracées pour la période s'échelonnant de 1999 à 2009 (en excluant toutefois 2007, car aucune donnée de marquage n'était disponible pour cette année-là).

Zones très fréquentées par la tortue luth associées à des activités intenses de recherche de proies et de nourriture

Trois zones principales d'habitat important ont été définies : 1) BG – les eaux à l'est et au sud-est du banc de Georges, y compris le chenal Nord-Est à proximité de la limite sud-ouest de la zone économique exclusive (ZEE) canadienne; 2) GSL – le sud-est du golfe du Saint-Laurent et les eaux à l'est de l'île du Cap-Breton, y compris la baie de Sydney, le détroit de Cabot, des secteurs des hauts-fonds des îles de la Madeleine et des secteurs adjacents au chenal Laurentien; 3) BP – les eaux au sud et à l'est de la péninsule Burin, à Terre-Neuve-et-Labrador, y compris certains secteurs de la baie Placentia (figure 3). Il est probable que ces zones soient importantes pour la tortue luth, car elles constituent des aires d'alimentation.

Le fait de choisir le seuil de probabilité relative du comportement de résidence, le seuil variant de 0,4 à 0,6, donne des estimations de l'emplacement de l'habitat important semblables. Plus particulièrement, le fait de modifier le seuil de probabilité ne changera pas l'emplacement des zones d'habitat important, mais modifiera probablement l'étendue de ces zones. Choisir un seuil de 0,6 est considéré comme moins prudent parce que les limites calculées à partir de cette valeur pourraient ne pas englober tous les habitats importants. Un seuil de 0,4 permet peut-être d'incorporer davantage d'incertitudes inhérentes aux estimations de l'emplacement des tortues luth qui servent à dresser les cartes de probabilités relatives du comportement de résidence.

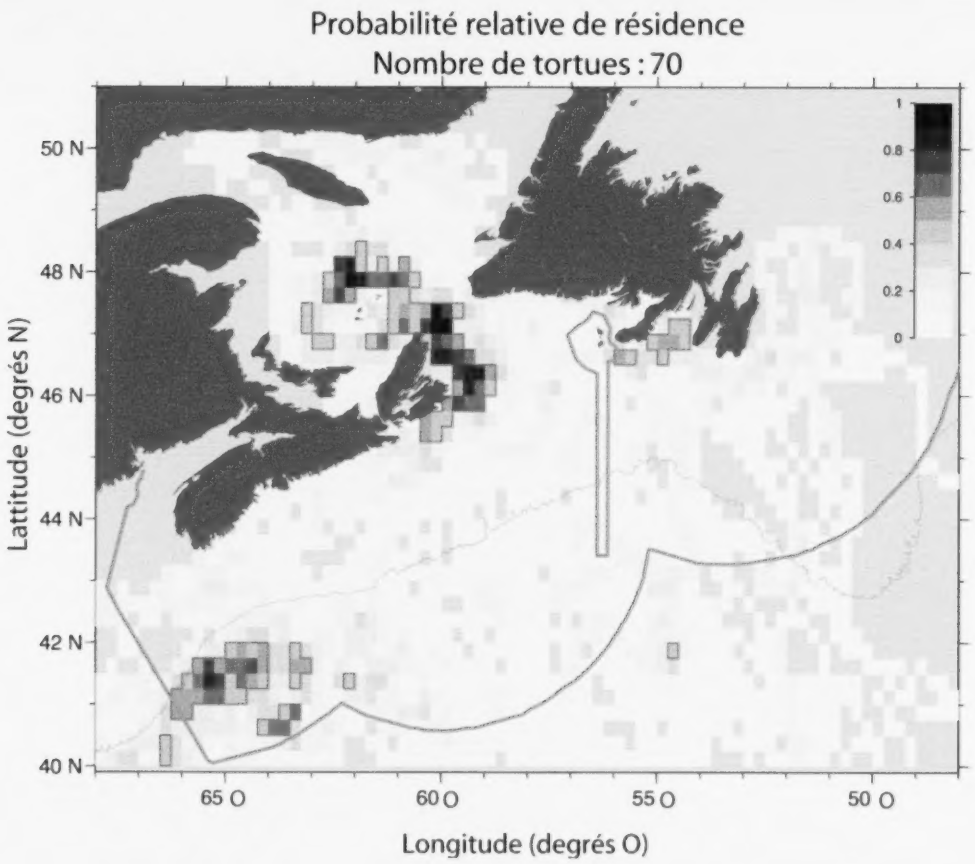

Figure 3. Probabilité relative de résidence estimée à partir de 70 tortues luth munies d'émetteurs satellites. Il convient de noter que toutes les zones gris pâle ont été visitées par les tortues. Les polygones rouges délimitent les zones où les probabilités cumulatives de résidence sont ≥ 0,4 pour toutes les tortues suivies par satellite. Le trait gris épais délimite la zone économique exclusive (ZEE) du Canada atlantique et le trait gris pâle indique l'isobathe de 1 000 m. (Données inédites de James et Jonsen; ne doivent pas être citées dans un contexte autre que le présent processus d'évaluation zonale.)

Désignation de l'habitat saisonnier

Les cartes saisonnières de la probabilité relative de résidence illustrent la fréquentation maximale des zones d'habitat important en été et à l'automne (figure 4). Bien que de nombreuses tortues luth soient présentes dans les eaux canadiennes de l'Atlantique en juillet, les données de télémesure satellitaire prédisent une densité relativement faible de tortues luth dans le secteur nord de leur aire de répartition, y compris dans le golfe du Saint-Laurent et la baie Placential, jusqu'en août. Les tortues effectuent une migration vers le sud à partir du golfe du Saint-Laurent et de la baie Placentia à la fin septembre et en octobre (figure 4). Ces données concordent avec les données d'études précédentes sur la période de la migration vers le sud à partir des aires d'alimentation du plateau continental du Canada atlantique, qui révèlent que la plupart des tortues ont entrepris leur migration à la mi-octobre (James et al. 2007; Sherrill-Mix et al. 2007). En novembre, toutes les tortues luth munies d'émetteurs satellites ont quitté le très fréquenté habitat du plateau continental, lequel correspond au golfe du Saint-Laurent et à la baie Placentia, et les tortues continuent d'avoir un comportement de résidence

saisonnière seulement sur le banc de Georges. Ces observations correspondent au schéma de la période de migration décrit par Sherrill-Mix et ses collaborateurs (2007).

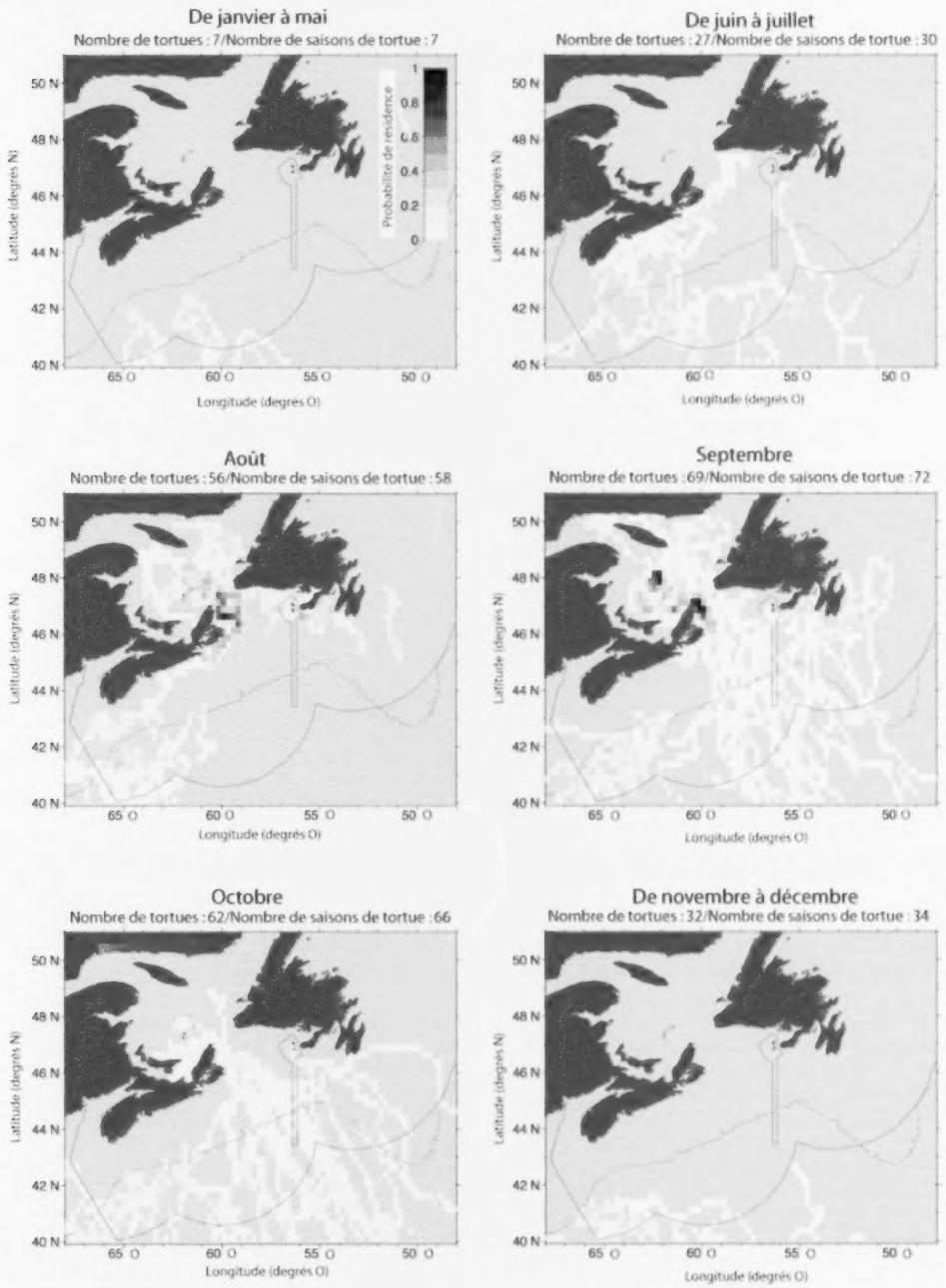

Figure 4. Probabilité relative normalisée de résidence selon la saison estimée à partir de 70 tortues luth munies d'émetteurs satellites. Le trait gris épais délimite la zone économique exclusive (ZEE) du Canada atlantique et le trait gris pâle indique l'isobathe de 1 000 m. (Données inédites de James et Jonsen; ne doivent pas être citées dans un contexte autre que le présent processus d'évaluation zonale.)

Lieux des marquages, durée des suivis et endroits où les tortues de différentes origines ont fait l'objet d'un suivi

Tous les émetteurs satellites ayant servi aux analyses, l'information complémentaire sur le sexe de la tortue correspondante ainsi que l'année et le mois au cours desquels l'émetteur a été fixé sur la tortue et l'endroit où se trouvait la tortue à ce moment-là sont présentés au tableau 1. Le tableau présente aussi des données sur le nombre de jours de suivi passés dans la zone économique exclusive (ZEE) du Canada atlantique, le nombre de migrations de retour observées dans les eaux canadiennes de l'Atlantique et les zones d'habitat important que chaque tortue marquée a visitées (voir les détails ci-après).

Tableau 1. Définition de l'habitat important pour les tortues luth des eaux canadiennes de l'Atlantique : renseignements sur les émetteurs satellites de 70 tortues. « X » indique que la zone a été visitée par la tortue. (Données inédites de James et Jonsen; ne doivent pas être citées dans un contexte autre que le présent processus d'évaluation zonale.)

N° de l'émetteur	Sexe[1]	Période au cours de laquelle l'émetteur a été fixé		Lieu du marquage[2]	Durée du suivi : nombre de jours de suivi dans la ZEE canadienne	Nombre de saisons/saisons partielles d'alimentation dans la ZEE canadienne	Zones de résidence saisonnières dans la ZEE canadienne[3]		
		Année	Mois				BG	GSL	BP
15394	M	1999	9	ÎCB	45,75	1		X	X
18285	F	2000	8	ÎCB	67,25	1		X	X
18284	M	2000	8	ÎCB	20	1		X	
26932	F	2000	8	ÎCB	23,25	1		X	X
26934	M	2000	8	ÎCB	72	1		X	
17709	F	2001	6	Plage	105	1	X	X	
26933A	F	2001	7	Halifax	20	1	X		
26931	JA	2001	8	Halifax	28	1	X		
18286	JA	2001	8	Halifax	94	1	X		
13426	F	2001	8	Halifax	101,25	1	X		
13430	M	2001	8	Halifax	11,25	1	X		
13425	F	2001	8	Halifax	75	1	X		
13427	F	2001	8	Halifax	61,25	2	X	X	
13428	M	2001	8	Halifax	12,25	2	X		
13429	F	2001	8	Halifax	22,25	1	X		
30611	F	2001	8	Halifax	42,75	1	X		
29874A	F	2001	9	ÎCB	14,25	1		X	
30610	M	2001	9	ÎCB	21,75	1		X	
14637A	JA	2001	9	ÎCB	104,5	2	X	X	
19184	F	2002	7	Plage	5	1	X		
16094	M	2002	8	ÎCB	24,25	1		X	
17228	JA	2002	8	ÎCB	60,5	1		X	
16093	JA	2002	9	ÎCB	13,25	1		X	
13431	JA	2002	9	ÎCB	10	1		X	
13432	F	2002	9	ÎCB	13	1		X	
16550	F	2002	9	ÎCB	15,25	1		X	
17362	F	2002	9	ÎCB	9,75	1		X	
17679	F	2002	9	ÎCB	38,5	1	X	X	
14637B	F	2002	9	ÎCB	12	1		X	
19285	F	2002	11	Plage	25	1	X		
30239	JA	2003	7	Halifax	96	2	X		
29738	F	2003	7	Halifax	61,5	1		X	
29874B	M	2003	7	Halifax	180,75	2		X	X
30719	F	2003	7	Halifax	261,5	2	X	X	
13433	JA	2003	8	Halifax	69,75	1	X		
30296	JA	2003	8	Halifax	40,75	1	X		
41567	F	2003	8	Halifax	82,5	1		X	
41564	JA	2003	8	Halifax	8,75	1	X		
41565A	M	2003	8	Halifax	71,25	1	X		
41566	F	2003	8	ÎCB	52,25	1		X	
41568	M	2003	8	ÎCB	64,75	1		X	
45721	M	2004	8	ÎCB	35,75	1		X	
45722	F	2004	8	ÎCB	18,5	1	X		
41565B	F	2004	9	ÎCB	38,75	1	X	X	
26933B	F	2004	9	ÎCB	11,5	1		X	
53186	F	2005	7	Plage	64	1			X
42570	F	2006	6	Plage	94,75	1	X		X
86993	F	2008	7	Halifax	100	1		X	
86994	M	2008	7	Halifax	95,5	1		X	
86989A	F	2008	7	Halifax	88,25	1		X	
86990	F	2008	7	Halifax	99	1		X	
86991	M	2008	7	Halifax	92,75	1		X	
86992	M	2008	7	Halifax	62,75	2	X	X	
77021	F	2008	7	Halifax	79	1		X	
77022	F	2008	7	Halifax	77,75	1	X	X	
86986A	F	2008	7	Halifax	64,25	1		X	X
86987	F	2008	7	Halifax	85,25	1		X	
86988	F	2008	7	Halifax	85,5	1		X	
94520	M	2009	7	Halifax	74,25	1		X	X
86986B	F	2009	7	Halifax	69,5	1		X	
86989B	F	2009	7	Halifax	89	1		X	X
94523	F	2009	7	Halifax	7,75	1	X		
94521	M	2009	7	Halifax	92	1		X	
72911	JA	2009	8	ÎCB	46,25	1		X	
72914	F	2009	8	ÎCB	55,75	1		X	
72915	M	2009	8	ÎCB	66	1		X	
72919	M	2009	8	ÎCB	64	1		X	
72905	F	2009	8	ÎCB	59,5	1		X	
72917	F	2009	8	ÎCB	40,75	1		X	
72918	F	2009	8	ÎCB	25,5	1		X	
Totaux					4 041,5	7 > 1	27	50	9

[1]Sexe : M = mâle mature; F = femelle mature; JA = jeune adulte de sexe inconnu

[2]Endroit où la tortue a été marquée : Plage = plage de ponte au nord-ouest de l'Atlantique; Halifax = site de la région d'Halifax, à approximativement 44° de latitude nord et 64° de longitude ouest; ÎCB = site du secteur de l'île du Cap-Breton, à approximativement 47° de latitude nord et 60° de longitude ouest

[3]Zones de résidence de la zone économique exclusive canadienne : BG = zone de la baie de Georges; GSL = zone au sud du golfe du Saint-Laurent et à l'est de l'île du Cap-Breton; BP = zone de la baie Placentia

Échantillonnage : À quel moment et à quel endroit les données étaient-elles disponibles dans l'espace?

Les déplacements des tortues marquées pour le repérage par satellite étaient répartis sur une très grande étendue dans les eaux canadiennes de l'Atlantique. En effet, les tortues ont visité l'habitat d'une vaste zone (la majeure partie de la zone économique exclusive du Canada atlantique). C'est en été et à l'automne que les tortues font une utilisation maximale des zones d'habitat important. Les zones importantes qui n'ont pas été visitées par les tortues marquées sont notamment le secteur nord du détroit de Belle-Isle, la côte nord-est de Terre-Neuve-et-Labrador, la baie de Fundy et le détroit de Northumberland (figures 3 et 4). Bien que des tortues luth aient été observées à l'occasion dans ces zones, ces observations ne sont pas reliées à celles qui correspondent aux zones très fréquentées, délimitées par télémesure satellitaire. Même si la zone géographique totale visitée par les tortues marquées pour le repérage par satellite était vaste, les déplacements des tortues correspondaient à un comportement de passage dans la plus grande partie de la zone économique exclusive et les comportements de résidence étaient surtout restreints aux trois zones générales (figure 2).

Cinquante (50) tortues ont passé un certain temps dans le golfe du Saint-Laurent, 27 dans la baie de Georges et 9 dans la baie Placentia (tableau 1). Dix-huit (18) tortues seulement ont utilisé la baie de Georges, 35 le golfe du Saint-Laurent et une seule la baie Placentia (tableau 1). Quoique aucune tortue n'ait utilisé les 3 zones d'habitat important, 16 ont utilisé 2 des 3 zones (baie de Georges + baie Placentia = 1, baie de Georges + golfe du Saint-Laurent = 8, golfe du Saint-Laurent + baie Placentia = 7) et toutes les tortues ayant fait l'objet d'un suivi dans la zone économique exclusive du Canada atlantique ont utilisé au moins une des 3 zones (tableau 1).

Caractéristiques de l'habitat dans les zones très fréquentées

Des recherches ont été entreprises sur les caractéristiques biophysiques de l'habitat très fréquenté par la tortue luth dans les eaux canadiennes de l'Atlantique et délimité par télémesure satellitaire. Les résultats des recherches axées sur une zone d'alimentation très fréquentée par la tortue luth dans les eaux tempérées de l'océan Pacifique, qui correspond à des parties de l'écosystème du courant de la Californie, pourraient également s'avérer utiles (Benson et al. 2011). À cet endroit, Benson et ses collaborateurs (2011) ont découvert une production primaire saisonnière élevée associée à un apport d'éléments nutritifs côtiers et de la zone de remontée des eaux, transportés par le vent et provenant des panaches fluviaux, à des fronts liés à la température de la surface de la mer et à des zones de rétention. D'importantes corrélations océanographiques peuvent être établies entre l'habitat très fréquenté par la tortue luth et le comportement de recherche limité à cette zone des tortues luth marquées pour le repérage par satellite observées dans cette zone. Tout comme les résultats de Benson et de ses collaborateurs (2011) obtenus au large de la Californie, les onze années de données de suivi ayant servi à la présente analyse permettent de démontrer la prévisibilité spatiale et temporelle (saisonnière) des proies disponibles pour la tortue luth dans les zones très fréquentées du Canada atlantique.

Sources d'incertitude

Dans ces analyses, les données de repérage par satellite servent à déduire le comportement des tortues luth selon leurs déplacements (comportement de résidence par opposition à comportement de passage). Le comportement de résidence sert d'indicateur des habitats affichant de fortes densités de méduses dont se nourrit la tortue luth. Ce sont les méduses qui

rendent l'habitat important pour la tortue luth. Bien que cette séquence d'hypothèses soit considérée comme solide, il n'existe aucune mesure directe liée aux habitats importants de la tortue luth, par exemple des relevés de la densité des méduses.

Il existe un certain nombre d'incertitudes courantes liées aux études de marquage et de télémesure :

Manipulation : Les effets potentiels à court terme de la manipulation peuvent être une préoccupation. Afin de réduire l'influence du premier emplacement de marquage ainsi que des effets de la manipulation, les tortues ont été marquées dans deux zones différentes et les sept premiers jours de données ont été retirés de l'ensemble des données avant de calculer la probabilité relative de résidence de chaque cellule.

Taille de l'échantillon : Soixante-dix (70) émetteurs constituent un échantillon relativement grand pour une étude de télémesure satellitaire. On ne sait pas dans quelle mesure un échantillon de 70 tortues étudiées sur une période de 11 ans représente la population dans son ensemble, mais la qualité des données et la quantité de données ayant servi aux analyses sont considérées comme très élevées d'après les normes.

Les emplacements des tortues marquées sont des estimations : Les données de repérage par satellite contiennent des erreurs quant aux emplacements observés des individus marqués. Afin de pouvoir utiliser ces données à des résolutions spatiales relativement faibles, les données sont filtrées au moyen d'un modèle de type état-espace (Jonsen et al. 2005) pour estimer l'emplacement le plus probable de chaque tortue à intervalles réguliers. Cette méthode permet de tenir compte des erreurs dans les emplacements observés à intervalles réguliers et fournit, à intervalles réguliers, une série d'emplacements estimés qui peuvent être comparés d'un ensemble de données de repérage à l'autre.

Un biais peut être introduit par l'expression discrète d'une variable continue.

La fréquentation de l'habitat tôt dans la saison est peut-être sous-représentée, car le marquage n'a pas commencé avant juillet sur le plateau néo-écossais et, à part les tortues pondeuses, aucun individu n'a été marqué avant d'entrer ou à son entrée dans les eaux canadiennes de l'Atlantique à la fin du printemps ou au début de l'été, et parce que la durée de la plupart des suivis n'inclut pas une deuxième saison d'alimentation à de hautes latitudes. L'emplacement du marquage peut être la cause d'une sous-estimation de la fréquentation de l'habitat dans certaines zones.

CONCLUSION

Trois zones principales d'habitat important ont été définies : 1) BG – les eaux à l'est et au sud-est du banc de Georges, y compris le chenal Nord-Est à proximité de la limite sud-ouest de la zone économique exclusive (ZEE) canadienne; 2) GSL – le sud-est du golfe du Saint-Laurent et les eaux à l'est de l'île du Cap-Breton, y compris la baie de Sydney, le détroit de Cabot, des secteurs des hauts-fonds des îles de la Madeleine et des secteurs adjacents au chenal Laurentien; 3) BP – les eaux au sud et à l'est de la péninsule Burin, à Terre-Neuve-et-Labrador, y compris certains secteurs de la baie Placentia. C'est en été et à l'automne que les tortues font une utilisation maximale des zones d'habitat important.

Facteurs à considérer à l'avenir pour délimiter l'habitat essentiel de la tortue luth dans les eaux canadiennes de l'Atlantique :

1) L'habitat essentiel doit, à tout le moins, être fondé sur un comportement de résidence dont la probabilité relative est de 0,4 et plus.
2) Les limites doivent être contiguës de façon que les cellules adjacentes ou à proximité soient regroupées à l'intérieur d'un seul polygone et elles doivent exclure les masses terrestres au-dessus de la ligne de marée haute.
3) Pour des raisons pratiques, les limites dont les lignes sont droites et relativement simples sont préférables à une délimitation complexe.
4) En général, il est préférable d'inclure un grand nombre de zones importantes et de s'assurer que les zones délimitées sont vastes afin de tenir compte des incertitudes inhérentes à l'estimation des lieux de marquage.

On s'attend à ce que l'évaluation des zones d'habitat important soit mise à jour lorsque de nouvelles données (p. ex. répartition des proies, concentration des proies, comportement des tortues) seront disponibles.

AUTRES CONSIDÉRATIONS

Bien que le cadre de référence du présent processus d'évaluation zonale demande tout particulièrement que soit effectué un examen des zones très fréquentées susceptibles d'être associées à des activités de recherche active de proies et de nourriture, qui pourraient être considérées comme des habitats d'alimentation importants, les endroits où les tortues sont souvent de passage pourraient aussi être considérés comme des habitats importants. De plus, la composante verticale (profondeur) des habitats importants n'a pas été considérée.
Cet avis scientifique contient des données inédites qui ne doivent pas être citées dans un contexte autre que le présent processus d'évaluation zonale.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 29 février et du 1er mars 2012 sur l'Évaluation de la tortue luth – Partie 1 : Se servir des données de repérage par satellite pour délimiter l'habitat important de la tortue luth. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée lorsqu'elle sera disponible sur le calendrier des avis scientifiques du secteur des Sciences du MPO à l'adresse suivante : http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/index-fra.htm.

Benson, S.R., Eguchi, T., Foley, D.G., Forney, K.A., Bailey, H., Hitipeuw, C., Samber, B.P., Tapilatu, R.F., Rei, V., Ramohia, P., Pita, J., and Dutton, P.H. 2011. Large-scale movements and high-use areas of western Pacific leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*. Ecosphere 2: 1-27.

COSEPAC. 2001. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la tortue luth *Dermochelys coriacea* au Canada (mise à jour). Ottawa : Comité sur la situation des espèces en péril au Canada.

Équipe de rétablissement de la tortue luth de l'Atlantique. 2006. Programme de rétablissement de la tortue luth (*Dermochelys coriacea*) dans les eaux canadiennes de l'Atlantique. *Loi*

sur les espèces en péril, Série de Programmes de rétablissement. Ottawa : Pêches et Océans Canada.

Heaslip, S.G., Iverson, S.J., Bowen, W.D., and James, M.C. 2012. Jellyfish support high energy intake of leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*): video evidence from animal-borne cameras. PLoS ONE 7(3): e33259. doi:10.1371/journal.pone.0033259.

James, M.C., Eckert, S.A., and Myers, R.A. 2005a. Migratory and reproductive movements of male leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*). Marine Biology 147: 845-853.

James, M.C., Myers, R.A., and Ottensmeyer, C.A. 2005b. Behaviour of leatherback sea turtles, *Dermochelys coriacea*, during the migratory cycle. Proceedings of the Royal Society of London (B) 272: 1547-1555.

James, M.C., Sherrill-Mix, S.A., and Myers, R.A. 2007. Population characteristics and seasonal migrations of leatherback sea turtles at high latitudes. Marine Ecology Progress Series 337: 245-254.

James, M.C., Ottensmeyer, C.A., Eckert, S.A., and Myers, R.A. 2006. Changes in diel diving patterns accompany shifts between northern foraging and southward migration in leatherback turtles. Canadian Journal of Zoology 84: 754-765.

Jonsen, I.D., Mills Flemming, J., and Myers, R.A. 2005. Robust state-space modeling of animal movement data. Ecology 86: 2874-2880.

MPO. 2011. Réunion du Comité national d'examen par les pairs sur les mammifères marins; du 22 au 26 novembre 2010. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2011/003.

Sherrill-Mix, S.A., James, M.C., and Myers, R.A. 2008. Migration cues and timing in leatherback sea turtles. Behavioral Ecology 19: 231-236.

Turtle Expert Working Group. 2007. An assessment of leatherback turtle population in the Atlantic Ocean. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-555. 116 p.

POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

Communiquer avec : Michael C. James
Division de l'écologie des populations,
Station biologique de Saint Andrews
Pêches et Océans Canada
Institut océanographique de Bedford
Immeuble Polaris, 4^{e} étage (succ. B203)
C.P. 1006, 1, promenade Challenger
Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 4A2

Téléphone : 902-426-3537
Courriel : Mike.James@dfo-mpo.gc.ca

Ce rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région des Maritimes
Pêches et Océans Canada
C.P. 1006, Succ. B203
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Canada B2Y 4A2

Téléphone : 902-426-7070
Télécopieur : 902-426-5435

Courriel : XMARMRAP@mar.dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs

ISSN 1919-5109 (Imprimé)
ISSN 1919-5117 (En ligne)
© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2012

An English version is available upon request at the above address.

LA PRÉSENTE PUBLICATION DOIT ÊTRE CITÉE COMME SUIT :

MPO. 2012. Se servir des données de repérage par satellite pour délimiter l'habitat important de la tortue luth dans les eaux canadiennes de l'Atlantique. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2012/036.